

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-181155

(43)Date of publication of application : 28.06.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20  
G03F 9/00

(21)Application number : 04-168739

(71)Applicant : DIGITAL EQUIP CORP <DEC>

(22)Date of filing : 26.06.1992

(72)Inventor : CORLISS DANIEL A

(30)Priority

Priority number : 91 723170 Priority date : 28.06.1991 Priority country : US

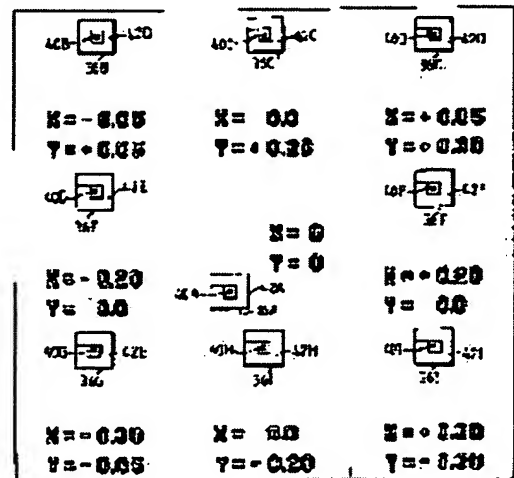
**(54) CONSTRUCTION AND METHOD FOR DIRECT CALIBRATION OF POSITIONING MEASUREMENT SYSTEM SUITED FOR TOPOGRAPHY OF ACTUAL SEMICONDUCTOR WAFER PROCESS**

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a calibration construction for calibrating a positioning measurement system used in a semiconductor process.

**CONSTITUTION:** This calibration construction includes at least one zero offset positioning construction and a plurality of non-zero offset positioning constructions. The tool guidance shift of the positioning construction system can be obtained by measuring the displacement of the zero positioning construction system at 0° and 180°. Then, the first TIS judgment can be confirmed and whether or not astigmatism is present can be certified by measuring the displacement of the zero-offset position construction at 0°, 90°, 180°, and 270°.

When the TIS and the astigmatism are generated, both the zero and non-zero positioning constructions are measured at an angular directional position at 0°, and a system error in a measured value is calculated. Those errors are calculated, and the positioning measurement system is calibrated for reducing those errors.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] In the proofreading structure where it is used for proofreading an alignment gaging system the aforementioned school \*\*\*\*\* It is the 1st alignment structure which has the 1st pattern and 2nd pattern at the time, in view of the point on the perpendicular of the flat surface which is formed of an integrated-circuit manufacture process step, is formed on a substrate, and is generally defined by said substrate. Each of said 1st and 2nd patterns has a core. The variation rate of each center to center of said 1st and 2nd patterns Said 1st alignment structure chosen so that it may become zero noting that a certain misalignment guided by said integrated-circuit manufacture process step cannot be found, They are two or more 2nd alignment structures arranged on said substrate by the relation which was formed on said substrate, received mutually, and was estranged to said 1st alignment structure. Each of said 2nd alignment structure has the 3rd pattern and the 4th pattern. Each of said 3rd and 4th patterns has a core, and the variation rate of the center to center of each of said 3rd pattern and the 4th pattern corresponding to it Said proofreading structure characterized by including said two or more 2nd alignment structures chosen so that it may become the thing of predetermined magnitude and a predetermined direction when a certain misalignment guided by said integrated-circuit manufacture process step cannot be found.

[Claim 2] Said 1st alignment structure is proofreading structure according to claim 1 characterized by having the 1st layer which forms said 1st pattern on said substrate, the interlayer who covers said 1st pattern, and the 2nd layer which forms said 2nd pattern on said interlayer.

[Claim 3] Each of said 2nd alignment structure is proofreading structure according to claim 2 characterized by having the 1st layer which forms said 3rd pattern on said substrate, the interlayer who covers said 3rd pattern, and the 2nd layer which forms said 4th pattern on said interlayer.

[Claim 4] The 1st layer in which said 1st alignment structure forms said 1st pattern on said substrate, Each of said 2nd alignment structure is proofreading structure according to claim 1 characterized by having the 1st layer which forms said 3rd pattern on said substrate, and the 2nd layer which forms said 4th pattern on said substrate including the 2nd layer which forms said 2nd pattern on said substrate.

[Claim 5] Said 2nd pattern is a rectangle which has opening in it, and said 1st pattern is a rectangle arranged in said opening. Each of said 4th pattern Each of said 3rd pattern which is the rectangle which has opening and corresponds in it is a rectangle arranged in said corresponding opening. The variation rate between between said core of said 1st pattern, and said cores of said 2nd pattern and each core of said 3rd pattern, and said core where said 4th pattern corresponds It is set to X and the Y-axis which cross the corresponding right angle defined on said flat surface. Furthermore, it is the proofreading structure according to claim 1 which each intersection of said corresponding X and a Y-axis defines X and Y coordinate (0 0), and is characterized by locating said each core of said 1st and 3rd patterns in the corresponding X and X of a Y-axis, and Y coordinate (0 0).

[Claim 6] In quest of a certain tool induction shift which an Invoicing method presents with a pre-alignment gaging system in the approach of proofreading an alignment gaging system, it is proofreading structure. Said proofreading structure of having the alignment structure of having a predetermined zero offset on it, and two or more alignment structures of having a predetermined non-zero offset, respectively Position in the location of the beginning on said alignment gaging system, and said alignment gaging system is used. Measurement of the 1st of the variation rate in the

predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed. Rotate said proofreading structure 90 degrees from said first location, and said alignment gaging system is used. Measurement of the 2nd of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed. Rotate said proofreading structure 180 degrees from said first location, and measurement of the 3rd of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. Rotate said proofreading structure 270 degrees from said first location, and measurement of the 4th of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. Check the judgment of said tool induction shift, and astigmatism is inspected according to said 1st, 2nd, 3rd, and 4th measurement. Rotate said proofreading structure to said first location, and said alignment gaging system is used. measurement of the 5th of the variation rate in said each predetermined direction of said alignment structure -- carrying out -- said 5th zero offset displacement measurement value -- the [ said / corresponding ] -- a 5 non-zero displacement measurement value -- respectively -- since -- by subtracting The 5th displacement measurement value to which said non-zero offset alignment structure was adjusted is calculated. In order to compensate the tool induction shift which searches for a calibration curve from said adjusted 5th displacement measurement value, said zero predetermined [ each ], and a non-zero offset, and is presented with said alignment gaging system In order to compensate the systematic error which adjusts said alignment gaging system using said tool induction shift for which it asked, and is presented with said alignment gaging system How to proofread the alignment gaging system characterized by including each phase of adjusting said alignment gaging system using said calibration curve.

[Claim 7] Said phase of asking for said tool induction shift arranges said proofreading structure in said first location on said alignment gaging system. Measurement of the beginning of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. 180 degrees of said zero offset alignment structures are rotated from said first location. Measurement next to the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. The approach according to claim 6 characterized by being attained by each phase which calculates a certain tool induction shift presented with said alignment gaging system according to the measured value of said beginning and a degree.

[Claim 8] Said phase which calculates a tool induction shift is an approach according to claim 7 characterized by being attained using the formula of  $TIS = (D180 - D0) / 2$ . However, TIS expresses a tool induction shift and is D180. Said following displacement measurement value is expressed and it is D0. Said first displacement measurement value is expressed.

[Claim 9] Said phase which calculates the adjusted 5th displacement measurement value is an approach according to claim 6 characterized by being attained using the formula of  $D_{sn\ adj} = D_{sn} - D_{so}$ . the [ however, / as opposed to / n expresses one of said each of the \*\* zero alignment structure, and / one of said the non-zero offset alignment structures in  $D_{sn\ adj}$  ] -- expressing an adjusted [ 5 ] displacement measurement value,  $D_{sn}$  expresses the corresponding 5th displacement measurement value over one of said the non-zero offset alignment structures, and  $D_{so}$  expresses the 5th displacement measurement value over said zero offset alignment structure.

[Claim 10] Said phase which calculates the adjusted 5th displacement measurement value is an approach according to claim 6 characterized by being attained using the formula of  $D_{sn\ adj} = D_{sn} - TIS - D_{so}$ . the [ however, / as opposed to / n expresses one of said each of the \*\* zero alignment structure, and / one of said the non-zero offset alignment structures in  $D_{sn\ adj}$  ] -- an adjusted [ 5 ] displacement measurement value is expressed,  $D_{sn}$  expresses the corresponding 5th displacement measurement value over one of said the non-zero offset alignment structures, TIS expresses a tool induction shift and  $D_{so}$  expresses the 5th displacement measurement value over said zero offset alignment structure.

[Claim 11] Said phase of adjusting said alignment gaging system using said called-for tool induction shift is an approach according to claim 8 characterized by being attained by each phase of acquiring a TIS calibration curve from said formula, and changing the measured value by said alignment gaging system according to said TIS calibration curve.

[Claim 12] In the approach of proofreading an alignment gaging system, said approach is

proofreading structure. Position said proofreading structure of having the alignment structure of having a predetermined zero offset on it, and two or more alignment structures of having a predetermined non-zero offset, respectively, in the location of the beginning on said alignment gaging system, and said alignment gaging system is used. Measurement of the 1st of the variation rate in the predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed. Said zero offset alignment structure is rotated 180 degrees from said first location. Measurement of the 2nd of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. The measured-value shift guided by said alignment gaging system according to said 1st and 2nd measured value is calculated. In order to compensate said guided shift, said alignment gaging system is adjusted. Rotate said proofreading structure to said first location, and said alignment gaging system is used. Measurement of the 3rd of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed. Rotate said alignment structure 90 degrees from said first location, and said alignment gaging system is used. Measurement of the 4th of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed. Rotate said alignment structure 180 degrees from said first location, and measurement of the 5th of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. Rotate said alignment structure 270 degrees from said first location, and measurement of the 6th of the variation rate in said predetermined direction of said zero offset alignment structure is performed using said alignment gaging system. Check said calculated measured-value shift, and inspect about astigmatism according to said 3rd, 4th, 5th, and 6th measured value, rotate said proofreading structure to said first location, and said alignment gaging system is used. measurement of the 7th of the variation rate in said each predetermined direction of said alignment structure -- carrying out -- said 7th zero offset displacement measurement value -- the [ said / corresponding ] -- a 7 non-zero displacement measurement value -- respectively -- since -- by subtracting The 7th displacement measurement value to which said non-zero offset alignment structure was adjusted is calculated. In order to compensate the systematic error which asks a calibration curve for from said adjusted 7th displacement measurement value, said zero predetermined [ each ], and a non-zero offset and which is presented with said alignment gaging system How to proofread the alignment gaging system characterized by including each phase of adjusting said alignment gaging system using said calibration curve.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the approach and equipment which measure the registration between each class with which a semiconductor wafer generally laps about manufacture of an integrated circuit, and are proofread.

[0002]

[Description of the Prior Art] Manufacture of a complicated semiconductor device is accompanied by various processing phases. In order to build a desired electronic semiconductor device, the layer by which the plurality of a different ingredient was patternized is put on a substrate. A different layer must be made to align correctly in order to secure proper actuation of overlap and a semiconductor device mutually. The variation rate between the properties of corresponding on a different layer reduces the engine performance of a device, or can make a device impossible of operation completely. The description dimension corresponds and it is becoming small as a semiconductor device is complicated increasingly. This contraction of the description dimension has made small the allowable error of the variation rate between each class.

[0003] When a semiconductor device is manufactured, it is one of much the chips on the wafer of a semiconductor material. A general manufacture process is explained below. First, the silicon wafer which has a nitride is patternized and etched. A silicon-dioxide layer is grown up into this nitride window, and a nitride is removed. Next, polish recon is made to adhere to a wafer and it etches by patternizing a wafer again together with a front layer. And a wafer is set and patternized in a front layer and a dopant is diffused. Behind this phase, a dielectric is made to adhere to a wafer and it doubles at a front layer, and a wafer is patternized again and etched. Finally, a metal layer is adhered to a wafer, and it patternizes and etches together with a front layer.

[0004] The device smaller than higher circuit density and the bigger chip size were brought about as a result of improvement in a manufacturing technology. These advance builds more the circuit pattern used in each phase of a manufacture process to accuracy, and needs to align them mutual more precisely. In order to make easy alignment of each class with which a semiconductor wafer laps, generally including a registration pattern and a Mac in each class of a wafer has been performed. These patterns have the relation predetermined to an alignment pan \*\*\*\* case with right overlap and each class mutually. as one of the registration patterns generally used, there is a thing using the square of the magnitude from which it differs on alignment \*\*\*\* each class. If two layers are aligned completely, these squares will make a core the same. Any registration errors produce the variation rate which receives mutually [ each square ].

[0005] Since the semiconductor wafer which has a multiplex complicated integrated circuit requires costs for manufacturing, generally it is desirable to check alignment, after applying to the wafer of each class. If the limitation that the variation rate between each class is permissible is exceeded, a layer with the defect can be removed and it can replace with the layer aligned correctly. Measurement of alignment, a check, and correction have prevented discarding the wafer produced good potentially.

[0006] In order to avoid the cost produced as a location gap and a result, it is required to judge alignment correctly. Generally in the past, checking alignment manually was performed. The operator two-layer [ which is called the optical veneer on each wafer ] which generally makes a pair

and who do the interleave, did and became skillful about alignment of a lapping pattern like form structure was inspecting. However, such a technique is comparatively late and tends to cause contamination of a personal error or a semiconductor wafer.

[0007] In recently, the automatic system for measuring alignment was developed comparatively. Although these automation systems are big advance from the manual system before it, it is hard to avoid a certain amount of error of measured value. These errors take place in both optical and electronic parts of an automation system. It does not lose completely or the system with which these errors generally called a systematic error can be compensated is not known.

[0008] In the past, it was usually to proofread such an alignment system by comparing with the measurement obtained by alien systems, such as a scanning electron microscope (SEM) with which the exact thing is known. However, such a proofreading technique is comparatively complicated and needs another, expensive equipment. The capacity which proofreads current and an alignment gaging system is (1). An indirect monolayer design offset technique and (2) A technique according to the SEM micro graph of layer structure two or more, and (3) It is restricted to three techniques of tool induction shift (TIS) technique. As for these three techniques, the application and accuracy are restricted for all.

[0009] In order to explain the limitation of such techniques, it is necessary to explain the situation that the actual configuration and actual it used as the target of a judgment of alignment are turned to a gaging system. In the case of a lower substrate, a base layer, the developed photoresist layer, and many, the mediation layer to which it generally adheres for next processing is contained in the actual structure where it is used for the judgment of alignment. An example of a general measurement configuration is formed as a box in a box, and enables it to calculate the alignment measured value to a base layer about a photoresist layer. This alignment measured value is calculated by measuring x and y component of this cardiac box. The geometrical hit alignment on these two designs of a box is defined as a coordinate (0 0). It is the registration offset which the actual difference of the core of an inside box and the core of an outside box under wafer processing should search for. The general magnitude of an inside box is 10-micron square. The general magnitude of \*\* is 20-micron square in the inside of an outside box, and \*\*\*\*\* of an outside box is 50-micron square. Although these are not absolute figures, they show as general magnitude used in this industry.

[0010] Both an outside and an inside box are designed by the same layer, i.e., a base layer, or the photoresist layer in monolayer offset technique. The offset over the inside box of an outside box is designed as systematic structure. The structure of the group who generally has offset which is different in both x and the direction of y is equipped. Such structures are measured and the measured value is plotted to a design value. Although suited best, it asks for a formula, and it uses as a calibration curve in the alignment gaging system for measuring actual multilayer process topography. The limitation of this technique is shown in not expressing the actual fine structure which should be measured. Therefore, the optical property of the structure measured is not included in proofreading of this gaging system. The optical factor which is most notably missing is the optimal focus between the upper limit of a photograph rare strike, and the upper limit of a base layer. There are the refractive index and distortion of a mediation layer in other important elements. Using is very difficult for the technique of a SEM microphotography, and the application and accuracy are restricted. In this technique, the detailed microphotography of multilayer BOKKU Inn box structure or the same multilayer alignment structure is taken using SEM. And these microphotographies are used for measurement of x and y component of alignment. Such measured value is calculated by correlation with the handicraft which used calipers, and another SEM microphotography of a "known" criterion. When the SEM system is equipped with the direct measurement function, photography and measurement of a microphotography become unnecessary. If the SEM measured value of alignment is calculated, they will be plotted to a gaging-system value. It asks for the formula which suits best and uses as a calibration curve of an alignment gaging system.

[0011] It may be thought that proofreading according to the measured value is most exact since it is considered that SEM is what makes the metrics of silicon society. However, there is an essential fluctuation factor made into that to which both the application of this technique and accuracy were restricted in SEM. The 1st SEM is a high sensitivity system based on the stability of a beam. Unluckily, the small fluctuation in the stability of a beam is what often happens, and causes



astigmatism in the microphotography obtained. As for astigmatism, x and y cause [ of alignment ] an error of measurement. Moreover, when it differs, it cannot be assumed that it has the proper beam property that the taken microphotography is the same.

[0012] It is 2nd having become famous according to the capacity SEM's resolving the very small description. In this capacity, in order to trace a very small difference of directivity, it is assumed that it can divert. However, SEM must operate for a high scale factor extremely, in order to resolve a small characteristic difference. Unluckily, although it is designed as a very big thing in order that the alignment measurement structure by which current use is carried out may make max image visual field use and the scale factor of an alignment gaging system, this magnitude makes those imaging in SEM the thing of a very low scale factor. The effectiveness of the high resolution of SEM will stop therefore, being helpful by using a low scale factor.

[0013] It is the result of 3rd pursuing the path of the electron scattered about in order that the output of SEM may make an electronic beam rebound on a certain front face and may make an image. Unluckily, existence of the middle class will prevent a beam from reaching a base layer. Therefore, not all the processing level with the middle class can proofread using this technique. In TIS technique, an alignment gaging system (RMS) takes two measured value of alignment structure, and asks for the shift by which it was guided to the tool shown by RMS. 1st measurement is performed about the alignment structure in 0 degree, and 2nd measurement is performed about the alignment structure rotated 180 degrees. The measured value after being made by RMS can be compensated with TIS calculated from such measured value. However, this TIS technique can compensate only advancing-side-by-side-offset. The distortion error of the scale factor on a system, astigmatism, etc. is not compensated.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention aims at the thing of each one problem mentioned above for which it crawls again and makes into at least solution or the minimum thing whether to be shoes.

[0015]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the proofreading structure of using in case an alignment gaging system is proofread is offered. This configuration structure includes the 1st alignment structure formed on a substrate. This 1st alignment structure has the 1st and 2nd patterns at the time, in view of the point on the perpendicular to the flat surface generally defined by the substrate. Each of the 1st and 2nd patterns has a core, and when a certain alignment misalignment caused by the integrated-circuit manufacture process phase cannot be found, let the variation rate of each center to center of the 1st pattern and the 2nd pattern be zero. Misalignment may happen by fluctuation of other process phases actually caused as the misalignment and/or each process phase of a fabrication mask are performed. This actual magnitude and actual direction of misalignment are what it is going to measure with an alignment gaging system, and tend to make that proofreading easy using the structure and the approach of this invention. Moreover, this proofreading structure is arranged including two or more 2nd alignment structures by the relation in which each was formed on the substrate and these opened the 1st alignment structure and spacing mutually again. It has the 3rd and 4th patterns, and these swerve and each of the 2nd alignment structure has a core on the visual field flat surface as the 1st and 2nd patterns where \*\* is the same. It is chosen so that it may become equal to the non-zero offset displacement as which the amount with a certain direction of [ at the time of assuming that each core of each 3rd pattern and the 4th pattern corresponding to it does not have the misalignment too caused by the integrated-circuit manufacture process ] was chosen beforehand. The variation rate as which each core of the 3rd and 4th corresponding patterns was chosen beforehand actually may originate in a certain mask misalignment or the misalignment of other process fluctuation which affects the alignment of the 1st alignment structure too, and the 1st and 2nd patterns of the 1st alignment structure may shift from the variation rate chosen beforehand almost to the same extent as shifting from concentricity.

[0016] According to another whole surface of this invention, the approach for proofreading an alignment gaging system is offered. This approach includes each following phase. Proofreading structure is arranged in the early location location on an alignment gaging system. This proofreading structure has on it the zero offset alignment structure chosen beforehand and two or more non-zero



offset alignment structures chosen beforehand. As for this proofreading structure, dealing with the proofreading structure mentioned above is desirable. It asks for the tool induction shift (TIS) shown by this alignment gaging system. As for this TIS, it is desirable to ask by measuring the variation rate of zero offset alignment structure in 180 degrees in an early location from that early location, and then taking the average of those measured value. In the place which has a wafer in an early location, 1st measurement about displacement of zero offset alignment structure is performed in a predetermined direction using an alignment gaging system. Proofreading structure is rotated 90 degrees from an early location, and measurement of the 2nd of the variation rate of zero offset alignment structure is performed in a predetermined direction using an alignment measuring device. Proofreading structure is again rotated 180 degrees from an early location, and measurement of the 3rd of the variation rate of zero offset alignment structure is performed in a predetermined direction using an alignment gaging system. Proofreading structure is rotated 270 degrees from an early location, and measurement of the 4th of the variation rate of zero offset alignment structure is performed in a predetermined direction using an alignment gaging system. A tool induction shift is checked using such measured value, and it judges whether there is any astigmatism or there is nothing. Next, proofreading structure is rearranged in an early location and the 5th displacement measurement is performed to all the zero offsets and non-zero offset structures. the [ and / each ] -- by subtracting the 5th zero offset displacement measurement value from a 5 non-zero displacement measurement value, the 5th displacement measurement value of amendment is calculated. A calibration curve is searched for from the predetermined offset corresponding to the 5th displacement measurement value and them which were amended. Using the calibration curve which adjusted since [ which compensates conversion errors, such as a tool induction shift, for example ] it was shown by the alignment gaging system using the tool induction shift which was able to ask for the alignment gaging system, and was searched for from the predetermined offset corresponding to the 5th displacement measurement value and them which were amended, since [ which compensates systematic errors, such as a scale factor and distortion, for example ] an alignment gaging system is shown by the alignment gaging system, it amends.

[0017] The above-mentioned of this invention and other effectiveness read the following detailed explanation, and become clear by referring to a drawing. Although various modification and an alternative gestalt are possible for this invention, it illustrates a specific example in a drawing and explains it to a detail here. However, he should understand that it is not what is going to limit this invention to the specific gestalt indicated. Rather, although this invention serves as modification and the equivalent thing according to the main point of this invention defined by the attached claim, and within the limits, and instead of, it covers all.

[0018]

[Example] First, in drawing 1 , an alignment gaging system (RMS) is illustrated and a reference number 10 shows the whole. Fundamentally, RES10 makes easy alignment of a different layer in semi-conductor manufacture processing. RMS10 has the wafer holder 12 which holds the wafer measured. A wafer conveyance pick (not shown) takes out a wafer 14 from the wafer holder 12, and arranges it on the PURIA liner 16. the wafer flat of the PURIA liner 16, i.e., a wafer, is linear -- a wafer 14 is rotated in the predetermined direction by sensing a border. Next, a wafer conveyance pick moves a wafer 14 from the PURIA liner 16 to the measurement stage 18.

[0019] The optical system which shows the whole with a reference number 20 is installed in the measurement stage 18 upper part. Including the microscope 22 and the video camera 24, this optical system 20 is arranged so that a video camera 24 may record the image in which these were brought together under the microscope 22, and it may align about a shaft mutually. As for this microscope, it is desirable that the wafer 14 arranged on the measurement stage 18 is expandable by 2 to 200 times. The flat surface where a wafer conveyance pick is defined with a wafer 14 during operation arranges a wafer 14 horizontally on a stage 18 so that it may become perpendicular to the optical axis of optical system 20. In order to position the selected registration pattern to optical system, as for this stage 18, it is desirable that it is movable to three dimensions. Therefore, a stage 18 positions precisely until the registration pattern which measures a wafer 14 is arranged directly under a microscope 20. Next, a microscope turret is rotated for a desired scale factor, and a video camera 24 records the image with which each registration pattern converged.

[0020] A video camera 24 sends the electrical signal showing the recorded image to the image processor (not shown) held in the cabinet 26 of RMS10. An image processor sends the electric picture signal processed using the conventional technique to the computer (not shown) too held in a cabinet 26. A computer processes further the electrical signal received from the image processor, and displays the image recorded on the picture monitor 28 linked to a computer. Moreover, the text screen 30 and the keyboard 32 have connected with a computer, and an operator especially answers the measured value of alignment structure, and enables it to order a computer so that ply MENTO of various kinds of layers may be judged. furthermore -- and when calculating registration for the computer to which an important thing is connected with many alignment gaging systems 10 for the purpose of proofreading, it can program to accept the measurement offset or the curve which a computer accesses.

[0021] It is desirable that all the components mentioned above along with RMS10 and it are available in a commercial scene. For example, RMS10 is Concord and Massachnsetts. It can be referred to as Model 2031 of KLA Instruments of Interactive VideoSystem, Model Accuvision ACV-8 of Inc. or Santa Clara, and California. However, it means that the approach of accumulating of analyzing the proofreading structure design and it which are explained below makes easy proofreading and measurement of the alignment gaging system generally [ many ] used.

[0022] Proofreading structure is manufactured in order to proofread RMS10. Drawing 2 is drawing showing an example of proofreading structure. As for the proofreading structure 34, it is desirable that two or more dual level alignment structure 36 A-I which was stated by the term of a Prior art is included. Alignment structure 36 A-I on the proofreading structure 34 is designed so that measuring proofreading structure 36 A-I according to the proofreading approach discussed below may make exact proofreading of RMS10 easy.

[0023] Drawing 3 and drawing 4 are drawings showing an example of the alignment structure 36. Each alignment structure 36 includes the inside box 40 surrounded by the outside box 42 which carries out opening. As drawing 3 is shown, the location of the inner box 40 and the outside box 42 is defined to the X-axis 44 and the rectangular coordinates which intersect perpendicularly and which it has Y-axis 46. The core of the inner box 40 is the core and this alignment of the outside box 42 which are defined by the intersection with Y-axis 46 of the X-axis 44 so that it may illustrate. However, the dimension of the periphery of the inner box 40 is fully smaller than the dimension of the opening 48 of the outside box 42, therefore important for the point that you can make it offset from this cardiac location which illustrated the inner box 40, without having a bad influence on the engine performance of the proofreading structure 36, and can make it located in opening 48 now.

[0024] The cross-sectional view of the alignment structure 36 is shown in drawing 4 . Since it is manufactured using the conventional manufacture technique, each alignment structure 36 does not carry out explaining each phase of the manufacture process of the proofreading structure 34 to a detail here. It is enough if it knows that each alignment structure will be formed on the substrates 38, such as a silicon wafer. The inner box 40 is formed of the base layer 50 on a substrate 38. And it may not consider as the case where an interlayer 52 is formed on a substrate 38 and the base layer 50. It is on the middle class 52 when existing, or when there is nothing, as for the 52 middle class's outside box 42, it is desirable to be formed of the layer of the photoresist 54 on a substrate 38.

[0025] By referring to drawing 5 and drawing 6 , fundamental understanding of manufacture of the multistory proofreading structure 34 can be acquired. Drawing 5 is drawing showing two or more inner box 40 A-I formed in the base layer on a substrate 38. If inner box 40 A-I is formed, an interlayer 52 can be adhered on it. Next, as shown in drawing 6 , in the predetermined location to inner box 40 A-I, it is on the middle class 52, or outside box 42 A-I is formed in the photoresist layer 54 on a substrate 38, when there is no middle class 52. The result of this manufacture process serves as formation of the proofreading structure 34 shown in drawing 2 .

[0026] The proofreading structure 34 includes one or more alignment structures which are equipped with the outside box 42 and the inner box 40 of this alignment, and are designed so that X of the core of each alignment structure and Y coordinate may be set to (0, 0). That is, such alignment structures are designed in order to measure (0, 0), when there are no one piece or two or more errors of the wafer alignment guided by RMS10. As shown in drawing 2 , it is designed by this alignment so that only alignment structure 36A may measure (0, 0).

[0027] Moreover, the proofreading structure 34 also includes two or more alignment structures 36 designed with offset between the corresponding inner box 40 and the outside box 42. That is, each corresponding \*\* box 40 is not the outside box 42 and this alignment. As shown in drawing 2, alignment structure 36 B-I has the various mistake registration of X and Y, and is designed. When there are no one piece or two or more errors which are caused by RMS of wafer alignment, these alignment structure 36 B-I should measure the predetermined mistake registration value between process layers as shown in drawing 2. Since a general regulation is suited, the core of the inner box 40 shall be located in a coordinate (0 0), and the core of the outside box 42 is partial from there. The combination of alignment structure 36 A-I mentioned above and those designs makes proofreading of RMS10 easy. Alignment structure since formula is used in order to explain proofreading approach using proofreading structure 34 36 A-I is S0 -S8, respectively. It is specified. Moreover, as for the proofreading structure 34, being reproduced on two or more dies is desirable on the proofreading wafer 14. In order to make into the minimum effect by the rotation which becomes behind clear, it is necessary to carry out near of at least one of the dies of these to the core of a wafer 14. In order to bring about the most exact proofreading to a specific alignment gaging system, the remaining proofreading structure 34 can be arranged so that desirably.

[0028] First, 34 proofreading structureS0 on the main die of a wafer 14 X and Y component are measured using RMS10. As for these measurement, it is desirable to be carried out the number of times with statistics top meaning. As for such X and Y component, it is desirable for the computer of RMS10 to memorize. Next, 180 degrees of wafers 14 are rotated about an optical axis from the first location. Rotation of a wafer 14 is attained by rotating a stage 18. Or a wafer can be moved to the PURIA liner 16, and it can rotate 180 degrees, and can also return to a stage 18. It cannot recommend, although rotation by the hand control of a wafer is also possible. Of course, the same effectiveness can be acquired also by rotating 180 degrees of optical system 20 to the proofreading structure 34.

[0029] Measurement of the variation rate between patterns uses the signal-processing technique known well. The distance between the inner box 40 in drawing 3 and the outside box 42 is found by analysis of the signal from a camera 24. Each line of patterns 40 and 42 produces the transition in the scanning-line signal from a camera 24, respectively. The time interval between the transition corresponding to the outside box 42 and the transition corresponding to the inner box 40 expresses the distance of these two patterns. The signal-processing technique of analyzing the image of a camera in order to ask for the variation rate between patterns is just going to be known by this contractor well.

[0030] S0 of the same proofreading structure before measured after rotating 180 degrees of wafers including the proofreading structure 34 The 2nd set of a displacement measurement value is obtained by [ which are statistically meaningful using RMS10 in X and Y component ] carrying out count measurement. Since the proofreading structure 34 was reversed, the direction of the variation rate between the inner box 40 and the outside box 42 becomes opposite. The magnitude of the variation rate between the boxes which hang down when there is no error in measurement is the \*\*\*\* same about both measurement, namely, is the 1st measured value X0. X component is the 2nd measured value X180. It is the same \*\*\*\* as X component, and is the 1st measured value Y0 again. Y component should become the same as Y component of the 2nd measured value Y180. However, when the proofreading structure 34 rotates the tool induction shift (TIS) of RMS10, a direction does not change. Therefore, when RMS10 presents TIS, the 2nd measured value differs from the 1st measured value.

[0031] It is S0 in order to calculate TIS. The average of X and Y component is calculated using the formula 1 and formula 2 which are shown below.

$$TISx = (X180 \text{ AV} - X0 \text{ AV})/2$$
 Formula 1 
$$TISy = (Y180 \text{ AV} - Y0 \text{ AV})/2$$
 A formula 2 however X0 AV, Y0 AV, X180 AV, and Y180 AV are X0 obtained from repetitive statistical measurement, Y0, and X180. And Y180 The average is expressed, respectively.

[0032] If TIS is calculated, it can use in order to correct the measured value which was able to obtain it from RMS10. An alignment gaging system of a certain kind, such as RMS of the interactive mode video system mentioned above, can input X and Y component of TIS, and can fit RMS10 to TIS automatically. However, many alignment gaging systems do not have this function. Therefore, it is

TISX in order to lose a tool induction shift from the measured value obtained using the alignment gaging system. And TISY is held for the further count.

[0033] It is  $X0\ AV=-0.6$  in order to explain use of a formula 1 and a formula 2. It is assumed that they are a micron and  $Y0\ AV=0.3$  micron. Moreover,  $X180\ AV=0.4$  It is assumed that it is a micron and is  $Y180AV=-0.1$  micron. If a formula 1 is used, it will be  $TISX=0.5$  micron, and if a formula 2 is used, it will be  $TISY=-0.2$  micron. Therefore, RMS10 shows the tool induction shift of being compensated in order to obtain exact measured value (0.5 -0.2).

[0034] Moreover, in order to calculate TIS, it is S0 of which die on a wafer. He should understand that structure may be measured. However, the error brought about by manufacture of the proofreading structure 34 serves as min by using a central die. For example, when it is slightly distorted while the wafer manufactured, the proofreading structure 34 built by the die near the circumference of a wafer 14 will present this bigger error depended distorted than what the proofreading structure 34 formed in the die near the core of a wafer 14 shows.

[0035] When TIS is calculated, in being possible, it inputs into RMS10 by making it into an adjusted value, next is S0. Each is authorized by performing measurement repetitively in the angle directivity of 0 degree, 90 degrees, 180 degrees, and 270 degrees. This assay checks existence of the correctness of TIS decision and astigmatism. Existence of astigmatism is S0. It is judged by plotting four measured value on rectangular coordinates. Next, a line is pulled between measured-value coordinates (0 degree and 180 degrees). The 2nd line is pulled between measured-value coordinates (90 degrees and 270 degrees). The magnitude of two lines pulled between each of those point is compared. When such magnitude is not equal, astigmatism exists.

[0036] When TIS is completely taken into consideration in view of this assay, a wafer will be re-positioned in the 0-degree direction of an angle for example, on a wafer flat (if it corrects again in the system in which it is possible), and it is alignment structure S0 -S8 on each school orthodox conformation 34. Each variation rate is measured. It is S0 -S8 about such measured value to each school orthodox conformation 34. The following formulas are used in order to adjust X and Y component.

[0037] In order to calculate X and Y component which were adjusted to the alignment gaging system equipped with TIS amendment, a formula 3 and a formula 4 are used.

$X_{sn\ adj}=X_{sn}-X_{so}$  (3)

$Y_{sn\ adj}=Y_{sn}-Y_{so}$  (4)

However, it is  $n=1-8$ .

[0038] In order to calculate X and Y component which were adjusted to the gaging system which is not equipped with TIS amendment, a formula 5 and a formula 6 are used.

$X_{sn\ adj}=X_{sn}-TISX-XSO$  (5)

$Y_{sn\ adj}=Y_{sn}-TISY-YSO$  (6)

However, it is  $n=1-8$ .

[0039] S0 X and Y component become the basis of a local wafer alignment error, and X and Y component of TIS become the basis of a tool induction shift of RMS10. In addition, the proofreading structure 34 measured on each corresponding die is offset alignment measurement structure S1 -S8 of the die. For adjustment, it is S0 of itself. It should use. S1 -S8 of the specified offset Measured value to S0 Since measured value is subtracted, X and the Y components  $X_{sn\ adj}$  and  $Y_{sn\ adj}$  which are obtained about each measured value to the location of each die and which were adjusted express X and Y measured value which it will measure, when RMS10 has a tool induction shift and no systematic error.

[0040] Using these X and Y components  $X_{sn\ adj}$  and  $Y_{sn\ adj}$  that were obtained from the measured value mentioned above and that were adjusted, a proofreading type or a curve is obtained, and it can use in order to adjust raw alignment measured value to an exact final value about all the device designs using the same process level as the proofreading structure 34. It is desirable to plot the measured value of X and Y to the design value of X and Y, and it calculates the optimal formula using a least square method preferably. This calibration curve is a straight line, it is expressed by formula  $y=mx+b$  and the offset by which a design and the offset chosen beforehand, and x were measured for y, and m and b are the constants showing a systematic error here.

[0041] In the alignment gaging system which has TIS amendment, it is the proofreading type used to

the process configuration by which the optimal formula is measured. In order to calculate a final TIS value from a system without TIS amendment, as TIS was mentioned above, it re-calculates using the optimal formula. And in order to obtain a proofreading type, the optimal formula is adjusted by subtracting a last TIS value. These proofreading types are inputted into the computer of RMS10, and in order that the image data received from the camera 24 may compensate the error which exists in RMS10, they are automatically adjusted by the computer.

[0042]

[Effect of the Invention] There is some effectiveness in the proofreading structure and the approach which were mentioned above. First, proofreading is performed to the same (except for the designed offset) structure as what is used for final measurement, therefore enables direct proofreading. That is, the alignment structure where it is used in order to align different process level in wafer manufacture is almost the same as alignment measurement structure 36 A-I used on the proofreading structure 34. This proofreading approach does not use RMS10 for the second, and does not depend it on any of other gaging systems. Therefore, the error guided by other gaging systems during proofreading does not compound. In the third, this proofreading approach has included process topography, and is not influenced by the middle step. Therefore, this proofreading approach is applicable to all the process level that can be measured. Once it asks the fourth for a calibration curve from a certain process level, these calibration curves can be used to measurement of all the device designs using the same process level for adjustment. Such effectiveness is connected with more exact count of alignment of the layer of a "INZA process", and a layer. Better control of alignment is enabled, and improvement in the accuracy as a result of this proofreading approach follows, and serves as higher yield of the semiconductor device which can operate.

---

[Translation done.]

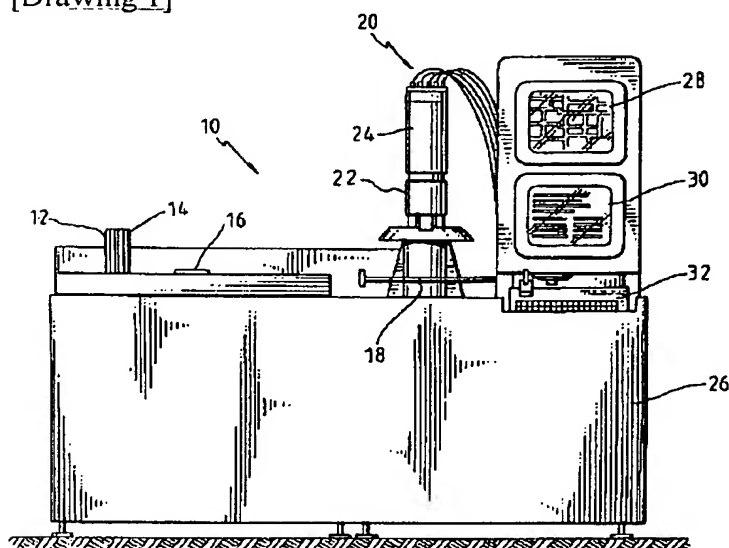
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

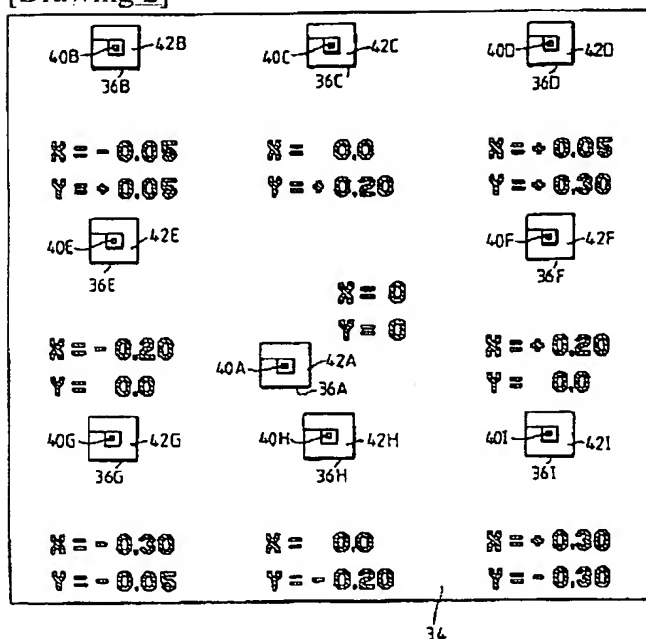
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

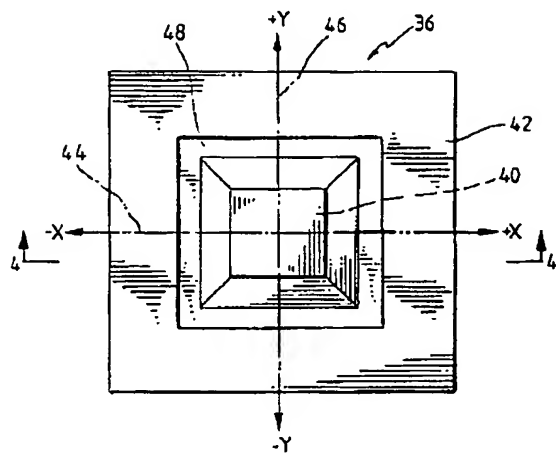
[Drawing 1]



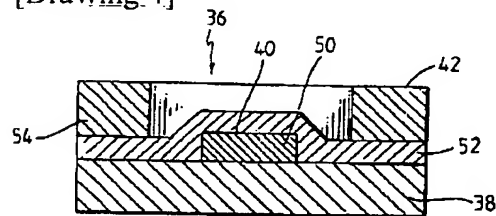
[Drawing 2]



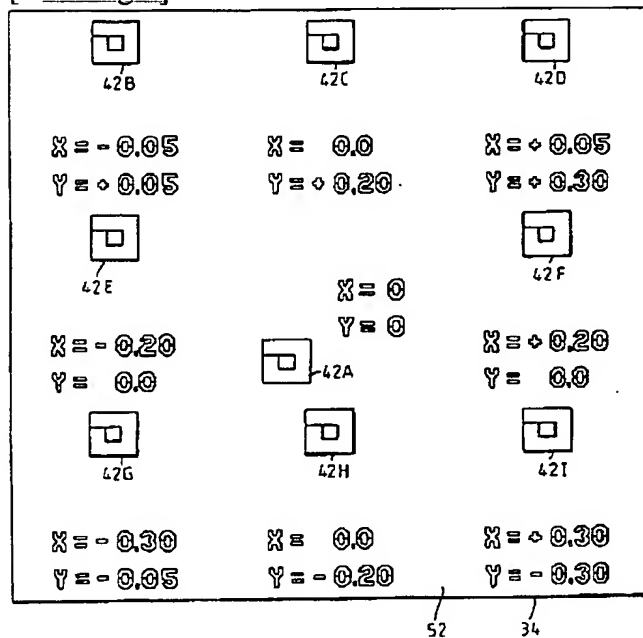
[Drawing 3]



[Drawing 4]

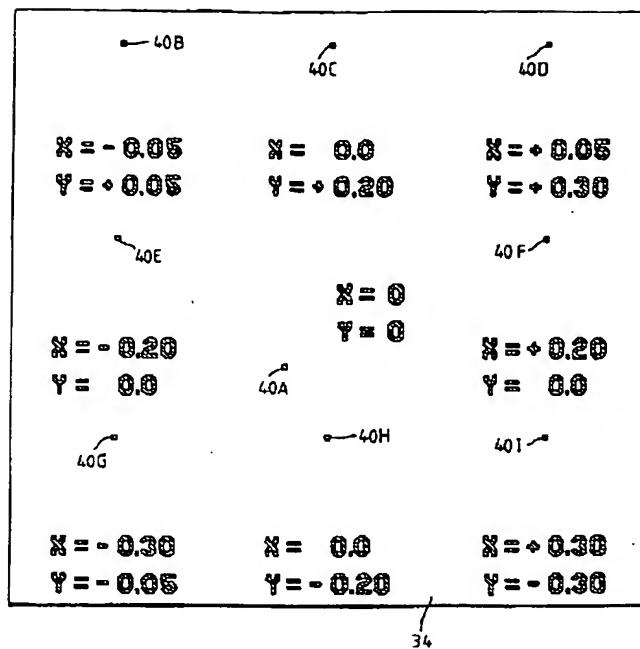


[Drawing 6]



[Drawing 5]





---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-181155

(43)公開日 平成6年(1994)6月28日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7316-2H		
9/00	H	7316-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 M
		7352-4M		3 1 1 M
審査請求 未請求 請求項の数12(全 11 頁)				

(21)出願番号 特願平4-168739

(22)出願日 平成4年(1992)6月26日

(31)優先権主張番号 07/723170

(32)優先日 1991年6月28日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590002873

デジタル イクイブメント コーポレイ  
ションアメリカ合衆国 マサチューセッツ州  
01754メイナード メイン ストリート  
146

(72)発明者 ダニエル エイ コーリス

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州  
01453レミンスダー デビー ドライヴ  
10

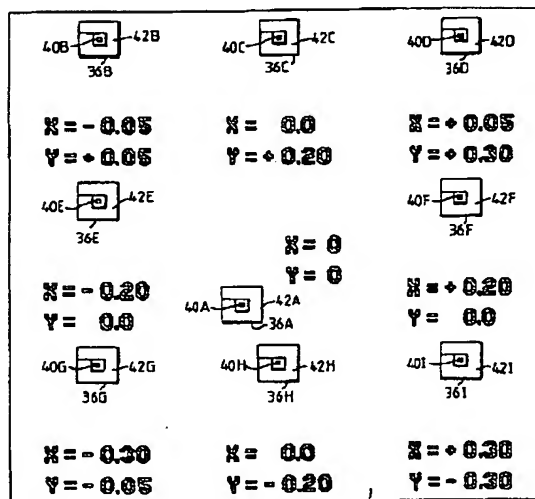
(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

(54)【発明の名称】 実際の半導体ウェーハ工程のトポグラフィーに合わせた位置合せ測定システムの直接的校正のための構造および方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 半導体プロセスにおいて用いられる位置合わせ測定システムを校正するための校正構造を提供する。

【構成】 この校正構造は、少なくとも1つのゼロオフセット位置合せ構造と、複数の非ゼロオフセット位置合せ構造とを含む。ゼロ位置合せ構造の変位を0°と180°とに測定することにより、位置合せ構造システムのツール誘導シフトを求めることができる。そして、ゼロオフセット位置合せ構造の変位を、0°、90°、180°および270°において測定することによって、最初のT I S判定が確かめられ、非点収差があるかないかが確定される。T I Sおよび非点収差が起きている場合は、ゼロおよび非ゼロの両方の位置合せ構造の総てを、0°の角方向位置において測定して、測定値における系統誤差を求める。これらの誤差を求めてから、これらの誤差を軽減するために、位置合せ測定システムを校正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置合せ測定システムを校正するのに用いられる校正構造において、前記校成構造は、集積回路製造プロセスステップによって形成され、且つ基板上形成され且つ前記基板によって一般的に定義される平面の垂線上の点からみるところの第1のパターンと第2のパターンとを有する第1の位置合せ構造であって、前記第1および第2のパターンのそれぞれが中心を有し、前記第1および第2パターンの各中心間の変位が、前記集積回路製造プロセスステップによって誘導される何らかのミスアライメントがないとしてゼロとなるように選択されている前記第1の位置合せ構造と、前記基板上に形成され且つ互いに対しておよび前記第1位置合せ構造に対して離間した関係で前記基板上に配置される複数の第2の位置合せ構造であって、前記第2位置合せ構造のそれぞれが第3パターンおよび第4パターンを有し、前記第3および第4パターンのそれぞれが中心を有し、前記第3パターンのそれぞれとそれに対応する第4パターンとの中心間の変位が、前記集積回路製造プロセスステップによって誘導される何らかのミスアライメントがないときに、所定の大きさおよび所定の方向のものとなるよう選択される前記複数の第2位置合せ構造とを含むことを特徴とする前記校正構造。

【請求項2】 前記第1位置合せ構造は、前記基板上の前記第1パターンを形成する第1の層と、前記第1パターンをおおう中間層と、前記中間層上の前記第2パターンを形成する第2の層とを備えることを特徴とする請求項1記載の校正構造。

【請求項3】 前記第2位置合せ構造のそれぞれは前記基板上の前記第3パターンを形成する第1の層と、前記第3パターンをおおう中間層と、前記中間層上の前記第4パターンを形成する第2の層とを備えることを特徴とする請求項2記載の校正構造。

【請求項4】 前記第1位置合せ構造は、前記基板上の前記第1パターンを形成する第1の層と、前記基板上の前記第2パターンを形成する第2の層とを含み、前記第2位置合せ構造のそれぞれは、前記基板上の前記第3パターンを形成する第1の層と、前記基板上の前記第4パターンを形成する第2の層とを備えることを特徴とする請求項1記載の校正構造。

【請求項5】 前記第2パターンはその中に開口を有する長方形であり、前記第1パターンは前記開口内に配置される長方形であり、前記第4パターンのそれぞれは、その中に開口を有する長方形であり、対応する前記第3パターンのそれぞれは対応する前記開口内に配置される長方形であり、前記第1パターンの前記中心と前記第2パターンの前記中心との間および前記第3パターンの各中心と前記第4パターンの対応する前記中心との間の変位は、前記平面上に定義される対応する直角に交わるXおよびY軸に対して定

められ、さらに、前記対応するXおよびY軸のそれぞれの交点がX、Y座標(0,0)を定義し、前記第1および第3パターンのそれぞれの前記中心は、その対応するXおよびY軸のX、Y座標(0,0)に位置することを特徴とする請求項1記載の校正構造。

【請求項6】 位置合せ測定システムを校正する方法において、請求方法が前位置合せ測定システムによって呈される何らかのツール誘導シフトを求め校正構造であって、その上に所定のゼロオフセットを有する位置合せ構造とそれぞれ所定の非ゼロオフセットを有する複数の位置合せ構造とを有する前記校正構造を、前記位置合せ測定システム上の最初の位置に位置決めし前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の所定の方向における変位の第1の測定を行い、前記校正構造を前記最初の位置から90度回転し、前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第2の測定を行い、前記校正構造を前記最初の位置から180度回転し、前記位置合せ測定システムを用いて前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第3の測定を行い、前記校正構造を前記最初の位置から270度回転し前記位置合せ測定システムを用いて前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第4の測定を行い、前記ツール誘導シフトの判定の確認をし、且つ前記第1、第2、第3および第4測定に応じて非点収差を検査し、前記校正構造を前記最初の位置へ回転し、前記位置合せ測定システムを用いて、前記位置合せ構造のそれぞれの前記所定の方向における変位の第5の測定を行い、前記第5ゼロオフセット変位測定値を、前記対応する第5非ゼロ変位測定値のそれぞれから減算することによって、前記非ゼロオフセット位置合せ構造の調整された第5変位測定値を計算し、前記調整された第5変位測定値および前記それぞれの所定のゼロおよび非ゼロオフセットから校正曲線を求め、前記位置合せ測定システムによって呈されるツール誘導シフトを補償するために、前記求めたツール誘導シフトを用いて前記位置合せ測定システムを調整し、前記位置合せ測定システムによって呈される系統誤差を補償するために、前記校正曲線を用いて前記位置合せ測定システムを調整する各段階を含むことを特徴とする位置合せ測定システムを校正する方法。

【請求項7】 前記ツール誘導シフトを求める前記段階は、前記校正構造を前記位置合せ測定システム上の前記最初の位置に配置し、

前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の最初の測定を行い、  
前記ゼロオフセット位置合せ構造を前記最初の位置から180°回転し、  
前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の次の測定を行い、  
前記最初および次の測定値に応じて、前記位置合せ測定システムによって呈される何らかのツール誘導シフトを計算する  
各段階によって達成されることを特徴とする請求項6記載の方法。

【請求項8】 ツール誘導シフトを計算する前記段階は  

$$TIS = (D_{180} - D_0) / 2$$
の式を用いて達成されることを特徴とする請求項7記載の方法。但し、TISはツール誘導シフトを表わし、 $D_{180}$ は前記次の変位測定値を表わし、 $D_0$ は前記最初の変位測定値を表わす。

【請求項9】 調整された第5変位測定値を計算する前記段階は

$$D_{sn\ adj} = D_{sn} - D_{so}$$

の式を用いて達成されることを特徴とする請求項6記載の方法。但し、nは前記各非ゼロ位置合せ構造の1つを表わし、 $D_{sn\ adj}$ は前記非ゼロオフセット位置合せ構造の1つに対する第5被調整変位測定値を表わし、 $D_{sn}$ は前記非ゼロオフセット位置合せ構造の1つに対する対応する第5変位測定値を表わし、 $D_{so}$ は前記ゼロオフセット位置合せ構造に対する第5変位測定値を表わす。

【請求項10】 調整された第5変位測定値を計算する前記段階は、

$$D_{sn\ adj} = D_{sn} - TIS - D_{so}$$

の式を用いて達成されることを特徴とする請求項6記載の方法。但し、nは前記各非ゼロ位置合せ構造の1つを表わし、 $D_{sn\ adj}$ は前記非ゼロオフセット位置合せ構造の1つに対する第5被調整変位測定値を表わし、 $D_{sn}$ は前記非ゼロオフセット位置合せ構造の1つに対する対応する第5変位測定値を表わし、TISはツール誘導シフトを表わし、 $D_{so}$ は前記ゼロオフセット位置合せ構造に対する第5変位測定値を表わす。

【請求項11】 前記求められたツール誘導シフトを用いて前記位置合せ測定システムを調整する前記段階は、前記式からTIS校正曲線を得、  
前記TIS校正曲線にしたがって、前記位置合せ測定システムによる測定値を変える  
各段階によって達成されることを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項12】 位置合せ測定システムを校正する方法において、前記方法が校正構造であって、その上に所定のゼロオフセットを有する位置合せ構造とそれぞれ所定

の非ゼロオフセットを有する複数の位置合せ構造とを有する前記校正構造を前記位置合せ測定システム上の最初の位置に位置決めし前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の所定の方向における変位の第1の測定を行い、  
前記ゼロオフセット位置合せ構造を前記最初の位置から180度回転し、  
前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第2の測定を行い、  
前記第1および第2測定値に応じて前記位置合せ測定システムによって誘導された測定値シフトを計算し、  
前記誘導されたシフトを補償するために前記位置合せ測定システムを調整し、  
前記校正構造を前記最初の位置へ回転し、  
前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第3の測定を行い、  
前記位置合せ構造を前記最初の位置から90度回転し前記位置合せ測定システムを用いて、前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第4の測定を行い、  
前記位置合せ構造を前記最初の位置から180度回転し、  
前記位置合せ測定システムを用いて前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第5の測定を行い、  
前記位置合せ構造を前記最初の位置から270度回転し、  
前記位置合せ測定システムを用いて前記ゼロオフセット位置合せ構造の前記所定の方向における変位の第6の測定を行い、  
前記計算された測定値シフトを確認し、且つ、前記第3、第4、第5および第6の測定値に応じて非点収差について検査し前記校正構造を前記最初の位置へ回転し前記位置合せ測定システムを用いて、前記位置合せ構造のそれぞれの前記所定の方向における変位の第7の測定を行い、  
前記第7ゼロオフセット変位測定値を、前記対応する第7非ゼロ変位測定値のそれぞれから減算することによって、前記非ゼロオフセット位置合せ構造の調整された第7変位測定値を計算し、  
前記調整された第7変位測定値および前記それぞれの所定のゼロおよび非ゼロオフセットから校正曲線に求め、  
前記位置合せ測定システムによって呈される系統誤差を補償するために、前記校正曲線を用いて前記位置合せ測定システムを調整する  
各段階を含むことを特徴とする位置合せ測定システムを校正する方法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般に集積回路の製造に関し、特に、半導体ウェーハの重なる各層間のレジストレーションを測定、校正する方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】複雑な半導体デバイスの製造は、多様な処理段階を伴う。所望の電子半導体デバイスをつくるためには、異なる材料の複数のパターン化された層を基板にかぶせる。異なる層は互いに重なり合い、半導体デバイスの適正な動作を確保するためには、正確に位置合せさせなければならない。異なる層上の対応する特性間の変位は、デバイスの性能を低下させたり、或いはデバイスを完全に動作不能にさせ得るものである。半導体デバイスがますます複雑化するにつれて、特徴寸法が対応して小さくなってきている。特徴寸法のこの縮小が、各層間の変位の許容誤差を小さくしてきたのである。

【0003】半導体デバイスが製造される場合、それは半導体材料のウェーハ上の多数のチップの1つである。一般的な製造プロセスを以下に説明する。まず、窒化物を有するシリコンウェーハをパターン化、エッチングする。この窒化物ウィンドーに二酸化ケイ素層を成長させ、窒化物を取り除く。次に、ウェーハにポリシリコンを付着させ、前の層と合わせ、そして再びウェーハをパターン化し、エッチングをする。それから、ウェーハを前の層に合わせ、パターン化し、ドーパントを拡散させる。この段階の後に、誘電体をウェーハに付着させ、前の層に合わせ、それからウェーハを再びパターン化し、エッチングする。最後に、ウェーハに金属層を付着し、前の層と合わせ、それからパターン化し、エッチングする。

【0004】製造技術の向上の結果、より高い回路密度より小さなデバイス、そしてより大きなチップサイズがもたらされた。これらの前進は、製造プロセスの各段階で用いられる回路パターンをより正確につくり、それらを互いにより精確に整列させることを必要とする。半導体ウェーハの重なる各層の位置合わせを容易にするために、ウェーハの各層にレジストレーションパターンやマックを含めることが一般的に行われてきた。これらのパターンは互いに重なり合い、各層が正しく位置合せされた場合に所定の関係を有するようになっている。一般に用いられるレジストレーションパターンとの1つとして、位置合せられる各層上の異なる大きさの正方形を用いるものがある。2つの層が完全に位置合せされると、これらの正方形は、中心を同じくする。如何なるレジストレーションエラーも、各正方形の互いに対する変位を生じる。

【0005】多重の複雑な集積回路を有する半導体ウェーハは、製造するのに費用がかかるから、一般には、各層のウェーハへの塗布の後に、位置合せの確認をするこ

とが望ましい。各層間の変位が許容できる限界を超えるものであれば、その欠陥のある層を取り除き、正確に位置合せされた層と代えることができる。位置合せの測定、確認および修正が、潜在的には良好に生産されるウェーハを廃棄することを防いでいる。

【0006】位置ずれおよび結果として生じるそのコストを避けるために、位置合せを正確に判断することが必要である。過去においては、手作業で位置合せを確認することが、一般的に行われていた。各ウェーハ上の、例えばオプティカルベニアと呼ばれる一般的に対をなす2層のインターリーブされたくし形構造のような重なるパターンの位置合せを熟練したオペレータが検査していた。しかし、このような技法は、比較的遅く、また、人的エラーや半導体ウェーハの汚染を起こし易い。

【0007】比較的最近においては、位置合せを測定するための自動システムが開発された。これらの自動化システムは、それ以前の手動システムからの大きな前進であるが、測定値のある程度の誤差は避け難い。これらのエラーは、自動化システムの光学および電子的部分の両方において起こる。一般的にシステムチェックエラーと呼ばれるこれらの誤差を完全になくしたり、または補償することのできるシステムは知られていない。

【0008】過去においては、正確であることが知られている走査型電子顕微鏡（SEM）等の他のシステムで得られる測定と比較することによって、このような位置合せシステムを校正することが通例であった。しかし、このような校正技法は比較的複雑であり、別の高価な装置を必要とする。現在、位置合せ測定システムを校正する能力は、(1) 間接的な単層デザインオフセット技法、(2) 複数層構造のSEMマイクログラフによる技法、および(3) ツール誘導シフト（TIS）技法の3つの技法に限られている。これら3つの技法は、いずれもその用途および正確さが限られている。

【0009】これらの技法の限界を説明するために、位置合せの判定の目標となる実際の構成およびそれが測定システムに向けられる状況を説明する必要がある。位置合せの判定に用いられる実際の構造には、下部の基板、ベース層、現像されたフォトレジスト層、および多くの場合、一般的に後の処理のために付着される介在層が含まれる。一般的な測定構成の一例はボックス内のボックスとして形成されて、フォトレジスト層について、ベース層に対する位置合せ測定値を求めることができるようにしている。この位置合せ測定値は、同心ボックスのxおよびy成分を測定することによって求められる。これら2つのボックスの設計上の幾何学的中心を、座標(0, 0)と定義する。ウェーハ処理中における内側ボックスの中心と外側ボックスの中心との実際の差が求めるべきレジストレーションオフセットである。内側ボックスの一般的な大きさは10ミクロン平方である。外側ボックスの内側ヘリの一般的な大きさは20ミクロン平方で、

外側ボックスの外へりは50ミクロン平方である。これらは、絶対的な数字ではないが、当業界において用いられる一般的な大きさとして示す。

【0010】単層オフセット技法においては、外側および内側ボックスの両方が同じ層、即ちベース層またはフォトレジスト層に設計される。外側ボックスの内側ボックスに対するオフセットは、組織的構造として設計されている。一般に、xおよびy方向の両方に異なるオフセットを有する一団の構造が備わっている。これらの構造が測定され、測定された値が設計値に対してプロットされる。最もよく適合するものの式を求め、実際の多層プロセス微細構成を測定するための位置合せ測定システムにおける校正曲線として利用する。この技法の限界は、測定すべき実際の微細構造を表わさないことにある。したがって、この測定システムの校正には、測定される構造の光学的特性を含んでいない。最も顕著に欠けている光学的要因は、フォトレジストの上端とベース層の上端との間の最適焦点である。他の重要な要素には、介在層の屈折率およびディストーションがある。SEM顕微鏡写真の技法は用いることが極めて難しく、その用途および正確さが限られている。この技法においては、SEMを用いて、多層ボックス・イン・ボックス構造または同様の多層位置合せ構造の綿密な顕微鏡写真を撮る。そして、これらの顕微鏡写真を、位置合せのxおよびy成分の測定に用いる。これらの測定値は、カリパスを用いた手作業および「既知」の標準の別のSEM顕微鏡写真との相関によって求められる。SEMシステムが直接測定機能を備えている場合には顕微鏡写真の撮影と測定は必要なくなる。位置合せのSEM測定値が求められると、それらは、測定システム値に対してプロットされる。最もよく適合する式を求め、位置合せ測定システムの校正曲線として用いる。

【0011】SEMは、半導体業界の測定基準をなすものとみなされているから、その測定値に合わせて校正することが最も正確であると考えられるかもしれない。しかし、SEMには、この技法の用途および正確さの両方を限られたものにしてしまう本質的な変動要因がある。第1に、SEMは、ビームの安定性に基づく高感度なシステムであることである。あいにく、ビームの安定性における小さな変動は、よく起こることであり、得られる顕微鏡写真に非点収差を引き起こす。非点収差は、xおよびyの位置合せの測定の誤りの原因となる。また、異なる時点において撮った顕微鏡写真が同じ固有ビーム特性を有するものと想定することはできない。

【0012】第2に、SEMが極めて小さな特徴を解像するその能力によって有名になったことである。この能力を、方向性の極めて小さな相違をつきとめるために転用が可能であると想定される。しかし、SEMは、小さな特徴的相違を解像するためには、極めて高倍率で作動しなければならない。あいにく、現在利用されている位

置合せ測定構造は、位置合せ測定システムの画像視野利用および倍率を最大とするために、極めて大きなものとして設計されているが、この大きさが、SEMでのそれらの画像化を、極めて低倍率のものにしている。したがって、SEMの高解像度の効果は、低倍率を利用することによって役に立たなくなってしまう。

【0013】第3に、SEMの出力は、ある表面で電子のビームをはね返らせ、画像をつくり出すために散乱する電子の通路を追跡した結果である。あいにく、中間層の存在が、ビームがベース層に達するのを妨げることになる。したがって、中間層のある処理レベルの総てがこの技法を用いて校正することができない。TIS技法においては、位置合せ測定システム(RMS)が位置合せ構造の2つの測定値をとって、RMSによって示されるツールに誘導されたシフトを求める。第1の測定は0°における位置合せ構造について行われ、第2の測定は、180°回転した位置合せ構造について行われる。これらの測定値から計算されたTISで、RMSでなされた以降の測定値を補償することができる。しかし、このTIS技法は、並進的オフセットのみを補償することができるものである。システム上の倍率および非点収差等のディストーションエラーは補償しない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した各問題の1つまたはいくつかを解決、または少なくとも最小限度のものとすることを目指すものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明にしたがって、位置合せ測定システムを校正する際に用いる校正構造が提供される。この構成構造は、基板上に形成される第1の位置合せ構造を含む。この第1位置合せ構造は、基板によって一般的に定められる平面に対する垂線上の点からみるところの第1および第2のパターンを有する。第1および第2パターンのそれぞれが中心を有し、第1パターンと第2パターンとの各中心間の変位を、集積回路製造プロセス段階によって引き起こされる何らかの位置合せミスアライメントがない場合に、ゼロとする。現実には、ファブリケーションマスクのミスアライメントおよび/または各プロセス段階を実行するにしたがって引き起こされる他のプロセス段階の変動によって、ミスアライメントが起こる場合がある。この実際のミスアライメントの大きさおよび方向が、位置合せ測定システムによって測定しようとするところのものであり、その校正を、本発明の構造および方法を用いて容易にしようとするものである。またこの校正構造は、複数の第2の位置合せ構造を含み、これらは、それぞれが基板上に形成され、互いにまた第1位置合せ構造と間隔をあけた関係で配置される。第2位置合せ構造のそれぞれが、第3および第4のパターンを有し、これらのそれぞれが第1および第2パターンと同じ視野平面上に中心を有する。各第3

パターンとそれに対応する第4パターンの各中心は、やはり集積回路製造プロセスによって引き起こされるミスアライメントがないと想定した場合の、ある方向のある量のあらかじめ選択された非ゼロオフセット変位に等しくなるように選択される。現実には、対応する第3および第4パターンの各中心のあらかじめ選択された変位は、何らかのマスクミスアライメントまたはやはり第1位置合せ構造のアライメントに影響を与える他のプロセス変動のミスアライメントに起因して、第1位置合せ構造の第1および第2パターンが同心性からはずれるのとはほぼ同程度に、そのあらかじめ選択された変位からはずれる場合がある。

【0016】本発明の別の一面にしたがって、位置合せ測定システムを校正するための方法が提供される。この方法は以下の各段階を含む。校正構造を、位置合せ測定システム上の、初期の位置位置に配置する。この校正構造は、あらかじめ選択されたゼロオフセット位置合せ構造と、複数のあらかじめ選択された非ゼロオフセット位置合せ構造をその上に有している。この校正構造は、上述した校正構造に対応することが好ましい。この位置合せ測定システムによって呈示されるツール誘導シフト

(TIS)を求める。このTISは、ゼロオフセット位置合せ構造の変位を初期の位置において、およびその初期の位置から180度において測定し、次にそれらの測定値の平均をとることによって求めることが好ましい。ウェーハが初期の位置にあるところで、ゼロオフセット位置合せ構造の変位についての第1の測定を、位置合せ測定システムを用いて所定の方

向で行う。校正構造を初期の位置から90度回転し、ゼロオフセット位置合せ構造の変位の第2の測定を、位置合せ測定装置を用いて所定の方

向で行う。校正構造を再び初期の位置から180度回転し、ゼロオフセット位置合せ構造の変位の第3の測定を、位置合せ測定システムを用いて、所定の方

向において行う。校正構造を初期の位置から270度回転し、ゼロオフセット位置合せ構造の変位の第4の測定を、位置合せ測定システムを用いて所定の方

向において行う。これらの測定値を用いてツール誘導シフトを確認し、非点収差があるかないかを判断する。次に、校正構造を初期の位置に再配置し、ゼロオフセットおよび非ゼロオフセット構造の総てに対して、第5の変位測定を行う。そしてそれぞれの第5非ゼロ変位測定値から第5ゼロオフセット変位測定値を減算することによって、補正第5変位測定値を計算する。補正された第5変位測定値およびそれらに対応する所定のオフセットから校正曲線を求める。位置合せ測定システムを、求められたツール誘導シフトを用いて位置合せ測定システムによって呈示された例えばツール誘導シフト等の変換エラーを補償するために調整し、また、補正された第5変位測定値およびそれらに対応する所定のオフセットから求められた校正曲線を用いて、位置合せ測定システムを、その位置合

せ測定システムによって呈示される例えば倍率およびディストーション等のシステムチェックエラーを補償するために補正する。

【0017】本発明の前述および他の効果は、以下の詳細な説明を読み、図面を参照することによって明らかとなる。本発明は、多様な変更および選択的な形態が可能であるが、ここでは特定の実施例を図面において例示し、詳細に説明する。しかし本発明を、開示される特定の形態に限定しようとするものではないことを理解すべきである。むしろ、本発明は、添付の請求の範囲によって定義されるところの本発明の主旨および範囲内にしたがう変更、同等のもの、および代わりとなるものの総てを網羅するものである。

【0018】

【実施例】まず、図1において、位置合せ測定システム(RMS)を図示し、その全体を参照番号10によって示す。基本的には、RES10は、半導体製造処理における異なる層の整列を容易にするものである。RMS10は、測定されるウェーハを収容するウェーハホルダ12を有している。ウェーハ運搬ピック(図示せず)が、ウェーハ14をウェーハホルダ12から取り出し、それをプリアライナ16上に配置する。プリアライナ16は、ウェーハフラット、即ちウェーハの直線的へりを感じることによって、ウェーハ14を所定の方

向へ回転する。次に、ウェーハ運搬ピックは、ウェーハ14をプリアライナ16から測定ステージ18へ移す。

【0019】その全体を参照番号20で示す光学系を、測定ステージ18上方に設置する。この光学系20は、顕微鏡22およびビデオカメラ24を含み、これらは、顕微鏡22によって集められた画像をビデオカメラ24が記録するように、互いに軸について整列するように配置されている。この顕微鏡は、測定ステージ18上に配置されたウェーハ14を、2~200倍に拡大できることが好ましい。操業中において、ウェーハ運搬ピックは、ウェーハ14によって定義される平面が、光学系20の光軸に対して垂直となるように、ウェーハ14をステージ18上に水平に配置する。このステージ18は、選択したレジストレーションパターンを光学系に対して位置決めするために三次元に移動可能であることが好ましい。したがって、ステージ18はウェーハ14を、測定するレジストレーションパターンが顕微鏡20の直下に配置されるまで精確に位置決めをする。次に、顕微鏡タレットを所望の倍率に回転し、ビデオカメラ24が、各レジストレーションパターンの集束した画像を記録する。

【0020】ビデオカメラ24は、記録した画像を表わす電気信号を、RMS10のキャビネット26内に収容される画像プロセッサ(図示せず)に送る。画像プロセッサは、従来の技法を用いて処理された電気画像信号を、やはりキャビネット26内に収容されるコンピュー



タ（図示せず）に送る。コンピュータは、画像プロセッサから受信した電気信号をさらに処理し、コンピュータに接続する画像モニタ28上に記録された画像を表示する。また、コンピュータには、テキストスクリーン30およびキーボード32が接続しており、オペレータが、とりわけ位置合せ構造の測定値にตอบสนองして、各種の層のプライメントを判断するようにコンピュータに指令することができるようにしている。さらに、そして校正の目的のためにより重要なことは、多数の位置合せ測定システム10とつながるコンピュータを、レジストレーションを計算する場合にコンピュータがアクセスする測定オフセットまたは曲線を受け入れるようにプログラムできる。

【0021】RMS10およびそれに付随して上述した構成要素の総てが、市場で入手可能であることが好ましい。例えば、RMS10は、Concord, MassachusettsのInteractive VideoSystem, Inc.のModel Accuvision ACV-8またはSanta Clara, CaliforniaのKLA InstrumentsのModel 2031とすることができる。しかし、以下に説明する校正構造デザインおよびそれを分析するため方法

は、多くの一般的に用いられている位置合せ測定システムの校正および測定を容易にすることを意図するものである。

【0022】RMS10を校正するために、校正構造を製造する。図2は、校正構造の一例を示す図である。校正構造34は、従来の技術の項で述べたような複数のデュアルレベル位置合せ構造36A~Iを含むことが好ましい。校正構造34上の位置合せ構造36A~Iは、以下で論ずる校正方法にしたがって校正構造36A~Iを測定することが、RMS10の正確な校正を容易にするように設計されている。

【0023】図3および図4は、位置合せ構造36の一例を示す図である。各位置合せ構造36は、開口する外側ボックス42によって囲まれる内側ボックス40を含んでいる。図3において示すように、内ボックス40および外ボックス42の位置は、X軸44および直交するY軸46有する直角座標に対して定められている。図示するように、内ボックス40の中心は、X軸44のY軸46との交点によって定義される外ボックス42の中心と同心である。ただし、内ボックス40の外周の寸法が、外ボックス42の開口部48の寸法よりも充分に小さく、したがって、校正構造36の性能に悪影響を与えずに、内ボックス40を図示した同心位置からオフセットさせて開口48内に位置させることができるようになっている点は重要である。

【0024】位置合せ構造36の横断面図を図4に示す。各位置合せ構造36は、従来の製造技法を用いて製造されるものであるから、ここでは、校正構造34の製造プロセスの各段階を詳細に説明することはしない。各位置合せ構造がシリコンウェーハ等の基板38上に形成

されることを知れば充分である。内ボックス40は、基板38上にベース層50によって形成される。そして、基板38およびベース層50の上に、中間層52が形成される場合とされない場合とがある。外ボックス42は、存在するときの中間層52の上のあるいは中間層52がない場合には基板38の上のフォトレジスト54の層によって形成されることが好ましい。

【0025】図5および図6を参照することによって、重層校正構造34の製造の基本的理解を得ることができる。図5は、基板38上のベース層に形成された複数の内ボックス40A~Iを示す図である。内ボックス40A~Iを形成すると中間層52をその上に付着することができる。次に、図6に示すように、内ボックス40A~Iに対する所定の場所において、外ボックス42A~Iを、中間層52の上のまたは中間層52がない場合には基板38の上のフォトレジスト層54に形成する。この製造プロセスの結果が図2に示す校正構造34の形成となる。

【0026】校正構造34は、各位置合せ構造の中心のX、Y座標が(0,0)となるように、外ボックス42と同心の内ボックス40を備えて設計される1つ以上の位置合せ構造を含む。つまり、これらの位置合せ構造は、RMS10によって誘導されるウェーハアライメントの1個または複数のエラーがない場合に(0,0)を測定するために設計されている。図2に示すように、位置合せ構造36Aのみが(0,0)を測定するように同心に設計されている。

【0027】また、校正構造34は、対応する内ボックス40と外ボックス42との間にオフセットを伴って設計された複数の位置合せ構造36も含んでいる。つまり、対応する各内ボックス40が、外ボックス42と同心ではない。図2に示すように位置合せ構造36B~Iは、多様なXおよびYのミスレジストレーションを有して設計されている。ウェーハアライメントのRMSによって引き起こされる1個または複数のエラーがない場合は、これらの位置合せ構造36B~Iは、図2に示したようなプロセス層間の所定のミスレジストレーション値を測定するはずである。一般的な規則に適合するために、内ボックス40の中心は、座標(0,0)に位置するものとされ、外ボックス42の中心はそこから片寄っている。前述した位置合せ構造36A~Iおよびそれらのデザインの組合せが、RMS10の校正を容易にする。校正構造34を用いた校正方法を説明するために、数式が用いられることから、位置合せ構造36A~Iは、それぞれS<sub>1</sub>~S<sub>9</sub>によって指定される。また、校正構造34は、校正ウェーハ14上で、複数ダイ上に複製されることが望ましい。これらのダイの少なくとも1つは、後に明らかとなる回転による影響を最小限とするために、ウェーハ14の中心に近くする必要がある。残りの校正構造34は、特定の位置合せ測定システムに対する

最も正確な校正をもたらすために、望ましいように配置することができる。

【0028】まず、ウェーハ14の中心ダイ上の校正構造34のS<sub>0</sub>のXおよびY成分は、RMS10を用いて測定する。これらの測定は、統計上意義のある回数行われることが好ましい。これらのXおよびY成分は、RMS10のコンピュータに記憶されることが望ましい。次にウェーハ14をその最初の位置から光軸について180°回転させる。ウェーハ14の回転は、ステージ18を回転させることによって達成される。或いは、ウェーハをプリアライナ16に移し、180度回転し、ステージ18に戻すこともできる。ウェーハの手動による回転も可能であるが、推奨できない。勿論、光学系20を校正構造34に対して180°回転することによっても、同じ効果を得ることができる。

【0029】パターン間の変位の測定は、よく知られた信号処理技術を利用するものである。図3における内ボックス40と外ボックス42との間の距離は、カメラ24からの信号の分析によって求められる。パターン40および42の各線は、それぞれが、カメラ24からの走査線信号における遷移を生じる。外ボックス42に対応する遷移と、内ボックス40に対応する遷移との間の時間間隔が、これら2つのパターンの距離を表わすものである。パターン間の変位を求めるためにカメラの画像を分析する信号処理技術は、当業者にはよく知られているところである。

【0030】校正構造34を含むウェーハを180°回転させた後に、前に測定した同じ校正構造のS<sub>0</sub>のXおよびY成分をRMS10を用いて統計的に意義のある回数測定することによって、変位測定値の第2のセットを得る。校正構造34を反転させたから、内ボックス40と外ボックス42との間の変位の方向が反対になる。測定にエラーのなかった場合、これらのボックス間の変位の大きさは、両方の測定について同じはずであり、即ち、第1測定値X<sub>0</sub>のX成分は、第2測定値X<sub>180</sub>のX成分と同じはずでありまた第1測定値Y<sub>0</sub>のY成分は、第2測定値Y<sub>180</sub>のY成分と同じになるはずである。しかし、RMS10のツール誘導シフト(TIS)は校正構造34が回転した場合に、方向が変化することはない。したがって、RMS10がTISを呈示した場合、第2の測定値は、第1の測定値とは異なる。

【0031】TISを計算するためにS<sub>0</sub>のXおよびY成分の平均値を、以下に示す式1および式2を用いて計算する。

$$TIS_x = (X_{180AV} - X_{0AV}) / 2 \quad \text{式1}$$

$$TIS_y = (Y_{180AV} - Y_{0AV}) / 2 \quad \text{式2}$$

但し、X<sub>0AV</sub>、Y<sub>0AV</sub>、X<sub>180AV</sub> および Y<sub>180AV</sub> は、反復的な統計的測定から得られるX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>、X<sub>180</sub> および Y<sub>180</sub> の平均値をそれぞれ表わす。

【0032】TISを計算すると、それを、RMS10

から得られた測定値を修正するために用いることができる。前述した対話形ビデオシステムのRMS等のある種の位置合せ測定システムは、TISのXおよびY成分を入力して、RMS10を自動的にTISに対して適応させることができる。しかし、多くの位置合せ測定システムが、この機能をもっていない。したがって、位置合せ測定システムを用いて得られた測定値からツール誘導シフトをなくすために、TIS<sub>x</sub> および TIS<sub>y</sub> がさらなる計算のために保持される。

【0033】式1及び式2の利用を説明するために、X<sub>0AV</sub> = -0.6 ミクロンおよび Y<sub>0AV</sub> = 0.3 ミクロンであると仮定する。また X<sub>180AV</sub> = 0.4 ミクロンであり、Y<sub>180AV</sub> = -0.1 ミクロンであると仮定する。式1を用いれば、TIS<sub>x</sub> = 0.5 ミクロンであり式2を用いれば、TIS<sub>y</sub> = -0.2 ミクロンである。したがってRMS10は、正確な測定値を得るために補償されなければならない(0.5、-0.2)のツール誘導シフトを示している。

【0034】また、TISを計算するために、ウェーハ上のどのダイのS<sub>0</sub>構造を測定してもよいことを理解すべきである。しかし、中央のダイを用いることによって、校正構造34の製造によってもたらされる誤差が最小となる。例えばウェーハが製造中においてわずかにゆがんだ場合、ウェーハ14の周辺近くのダイにつくられる校正構造34は、ウェーハ14の中心近くのダイに形成される校正構造34が示すものより大きなこの歪によるエラーを呈示することになる。

【0035】TISを計算すると、可能な場合には、それを修正値としてRMS10に入力し、次に、S<sub>0</sub>の測定を0°、90°、180° および 270° の角方向性において反復的に行うことによってそれぞれを検定する。この検定は、TIS決定の正確さおよび非点収差の存在をチェックするものである。非点収差の存在は、S<sub>0</sub>の4つの測定値を直交座標上にプロットすることによって判定される。次に、0°と180°との測定値座標間に線をひく。90°と270°との測定値座標間に第2の線をひく。それらのそれぞれの点の間にひかれた2本の線の大きさを比較する。これらの大きさが等しくない場合は、非点収差が存在する。

【0036】この検定にかんがみてTISが完全に考慮されると(また、それが可能であるシステムにおいて修正をなすと)、ウェーハを例えばウェーハフラット上で0°の角方向に再位置決めし、各校正構造34上の位置合せ構造S<sub>0</sub>～S<sub>4</sub>のそれぞれの変位を測定する。各校正構造34に対してこれらの測定値についてS<sub>0</sub>～S<sub>4</sub>のXおよびY成分を調節するために以下の式を用いる。

【0037】TIS補正を備えた位置合せ測定システムに対して、調整されたXおよびY成分を計算するために、式3および式4を用いる。

$$\begin{aligned} X_{sn\ adj} &= X_{sn} - X_{so} \\ Y_{sn\ adj} &= Y_{sn} - Y_{so} \end{aligned}$$

但し  $n = 1 \sim 8$  である。

【0038】TIS補正を備えていない測定システムに\*

$$\begin{aligned} X_{sn\ adj} &= X_{sn} - TIS_x - X_{so} \\ Y_{sn\ adj} &= Y_{sn} - TIS_y - Y_{so} \end{aligned}$$

但し  $n = 1 \sim 8$  である。

【0039】S<sub>0</sub>のXおよびY成分は、局所的なウェーハアライメントエラーのもとになり、TISのXおよびY成分が、RMS10のツール誘導シフトのもとになる。なお、それぞれの対応するダイ上で測定される校正構造34は、そのダイのオフセット位置合せ測定構造S<sub>1</sub>～S<sub>8</sub>の調整のためにはそれ自体のS<sub>0</sub>を用いるべきである。指定されたオフセットのS<sub>1</sub>～S<sub>8</sub>測定値からS<sub>0</sub>測定値が減算されることから、各ダイの場所に対して各測定値について得られる調整されたXおよびY成分X<sub>sn adj</sub>およびY<sub>sn adj</sub>はRMS10がツール誘導シフトおよびシステムチックエラーなしの場合にそれが測定するであろうXおよびY測定値を表わすものである。

【0040】前述した測定値から得られたこれらの調整されたXおよびY成分X<sub>sn adj</sub>およびY<sub>sn adj</sub>を用いて、校正式または曲線を得て、校正構造34と同じプロセスレベルを用いた総てのデバイスデザインについて、生の位置合せ測定値を、正確な最終値に調整するために用いることができる。XおよびYの測定値を、XおよびYのデザイン値に対してプロットすることが好ましく、最適な式を、好ましくは最小自乗法を用いて計算する。この校正曲線は直線であり、式  $y = mx + b$  によって表わされ、ここでyはデザインまたあらかじめ選択されたオフセット、xは測定されたオフセット、mおよびbは系統誤差を表わす定数である。

【0041】TIS補正を有する位置合せ測定システムにおいては、最適の式が測定されているプロセス構成に対して用いられる校正式である。TIS補正のないシステムに対しては、最終的なTIS値を求めるために、最適の式を用いて、TISを前述したように再計算する。そして、校正式を得るために、最終TIS値を減算することによって、最適の式を調整する。これらの校正式は、RMS10のコンピュータに入力されて、カメラ24から受け取った画像データがRMS10に存在する誤差を補償するために、コンピュータによって自動的に調整されるようになっている。

【0042】

【発明の効果】上述した校正構造および方法には、いくつかの効果がある。まず、校正は、最終測定に用いられるものと（デザインされたオフセットを除いて）同じ構造に対して行われ、したがって直接の校正を可能にしている。すなわち、ウェーハ製造における異なるプロセスレベルを整列させるために用いられる位置合せ構造は、校正構造34上で用いられる位置合せ測定構造36A～

16

(3)

(4)

\* 対して、調整されたXおよびY成分を計算するために、式5および式6を用いる。

(5)

(6)

Iとほぼ同じである。第二にこの校正方法は、RMS10を用いるものであり、他の如何なる測定システムにもよらないものである。したがって、校正中において、他の測定システムによって誘導される誤差が複合することはない。第三に、この校正方法は、プロセストポグラフィーを組み入れており、中間ステップに影響されることがない。したがって、測定することのできる総てのプロセスレベルに、この校正方法を適用することができる。第四に、あるプロセスレベルに対して、校正曲線を一旦求めると、これらの校正曲線を、同じプロセスレベルを用いる総てのデバイスデザインの測定に対して、調整のために用いることができる。これらの効果が、「インザプロセス」の層と層の位置合せのより正確な計算に結びつく。この校正方法の結果としての正確さの向上が、位置合せのより良い制御を可能にし、また、したがって動作可能な半導体デバイスのより高い歩どまりとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】校正をされる位置合せ測定システムの一例を示す図である。

【図2】本発明にしたがった校正方法で用いられる校正構造の一例を示す図である。

【図3】図2の校正構造上の位置合せ構造の上面図である。

【図4】図3の位置合せ構造の線4-4に沿った基準横断面図である。

【図5】部分的に製造された校正構造上の位置合せ構造の内ボックスを示す図である。

【図6】校正構造上の位置合せ構造の外ボックスを示す図である。

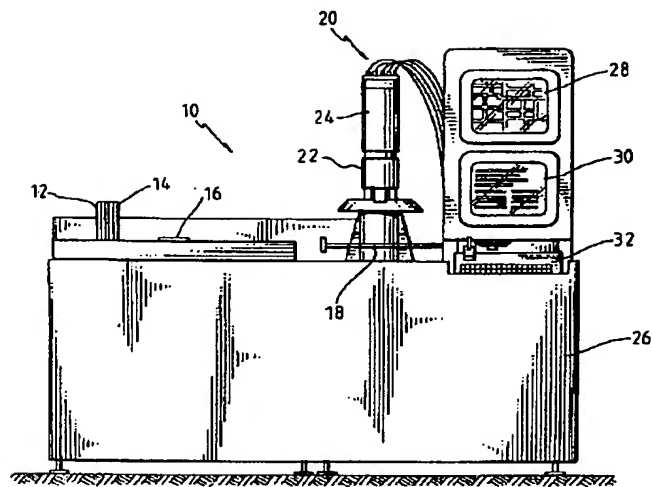
【符号の説明】

- 10 位置合せ測定システム
- 12 ウェーハホルダ
- 14 ウェーハ
- 16 プリアライナ
- 18 測定ステージ
- 20 光学系
- 22 顕微鏡
- 24 ビデオカメラ
- 26 キャビネット
- 28 画像モニタ
- 30 テキストスクリーン
- 32 キーボード
- 34 校正構造
- 36 位置合せ構造

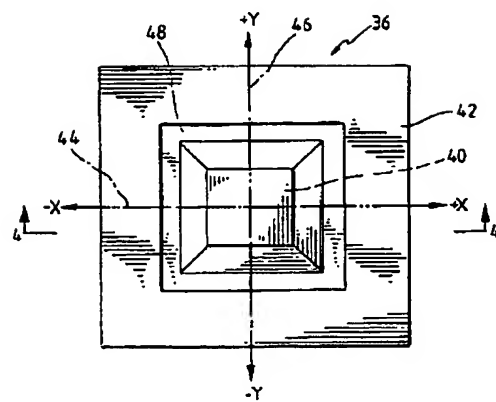
38 基板  
40 内ボックス  
42 外ボックス

\* 50 ベース層  
52 中間層  
\* 54 フォトリジスト層

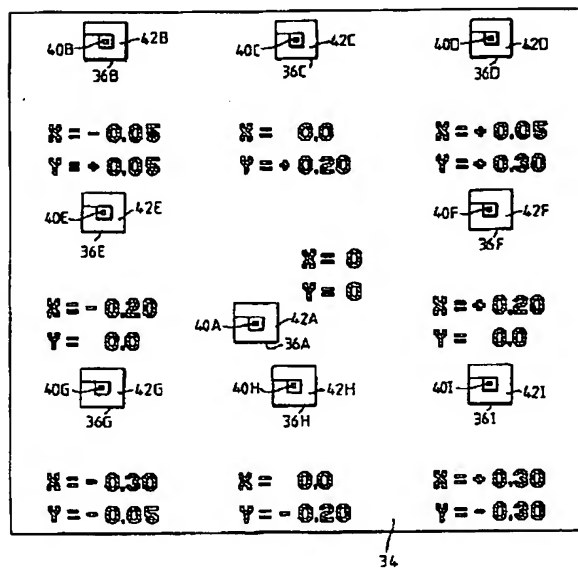
【図1】



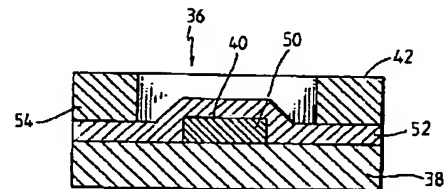
【図3】



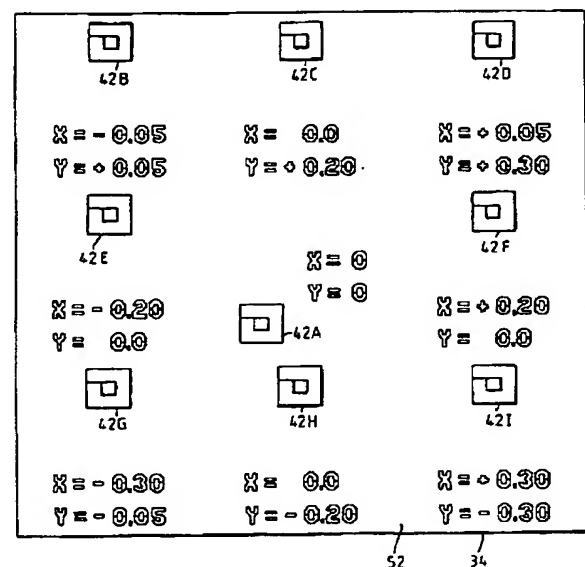
【図2】



【図4】



【図6】



【図5】

40B	40C	40D
$X = -0.05$ $Y = +0.05$	$X = 0.0$ $Y = +0.20$	$X = +0.05$ $Y = +0.30$
40E	$X = 0$ $Y = 0$	40F
$X = -0.20$ $Y = 0.0$	40A	$X = +0.20$ $Y = 0.0$
40G	40H	40I
$X = -0.30$ $Y = -0.05$	$X = 0.0$ $Y = -0.20$	$X = +0.30$ $Y = -0.30$